

Определение постоянной Ридберга по спектру водорода

Задание:

1. Отъюстировать и сфокусировать гониометр с призмой.
2. Устанавливая призму в положение наименьшего отклонения для каждой линии водорода, определить ее координаты (углы отклонения) и координаты соответствующих реперов в спектре ртути.
3. С помощью интерполяционных формул определить волновые числа $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ линий.
4. По найденным значениям волновых чисел линий $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ определить 4 значения R_n . За окончательный результат взять их средние значения.
5. Сравнить полученное значение R_n с теоретическим, вычисленным через универсальные постоянные.

Практические указания и порядок работы:

1. Перед выполнением работы изучить устройство гониометра.
2. Установить гониометр с помощью плоскопараллельной пластинки.
3. ВНИМАНИЕ!!! Ртутную и водородные лампы зажигает только лаборант.

Широко открыв щель коллиматора, убедиться, что оба источника хорошо освещают щель (соответственно верхнюю и нижнюю ее половины).

НЕ ПЫТАЙТЕСЬ ДВИГАТЬ ТРУБКИ И ВЕНТИЛЯТОРЫ – ОНИ ЗАКРЕПЛЕНЫ.

Если окажется, что надо подвинуть гониометр, позовите лаборанта.

Затем, сузив щель, устанавливают коллиматор на бесконечность, добиваясь резкого изображения щели в зрительной трубе, которая установлена на бесконечность заранее.

4. Поставить на столик гониометра призму и установить ее рабочие грани перпендикулярно оптической оси трубы. Помните, что от хорошей установки гониометра и призмы зависит качество изображения спектральных линий и точность определения углов отклонения для этих линий.
5. Перед началом измерений установить призму в положение наименьшего отклонения для средней части спектра. Положение наименьшего отклонения находится следующим образом: осветив щель, начинают вращать столик с призмой и наблюдать за спектром (без трубы). Найдя положение, когда при неизменном направлении вращения столика спектр пойдет в обратную сторону,

останавливают столик и наводят на спектр зрительную трубу. Наблюдая за нижней линией в трубу, повторяют ту же операцию в меньшем интервале углов. Призма находится в положении наименьшего отклонения в тот момент, когда при неизменном направлении вращения столика линия начинает двигаться в обратную сторону.

При измерениях призма ставится в положение наименьшего отклонения для той линии, ν которой надо определить (красный, голубой, синий, фиолетовый).

6. Прежде, чем начать измерения, необходимо также проверить воспроизводимость отсчетов на гониометре при наводке на одну и ту же линию спектра и оценить, с какой точностью можно практически производить измерения на данном приборе.

Необходимо помнить, что в спектральных приборах, предназначенных для работы в видимой области спектра, нужно фокусировать зрительную трубу на каждую измеряемую линию спектра (т.к. нельзя сделать объектив, исправленный на хроматическую аберрацию для всей видимой области спектра).

7. Хорошая фокусировка проверяется по отсутствию параллакса.
8. Производят отсчет углов отклонения для линий водорода и ртути, линии последней служат репером.

Все измерения углов делаются не менее трех раз. Ширину щели коллиматора следует подбирать так, чтобы линии были возможно более узкими, но не теряли яркости (т.е. щель шире «нормальной»).

Однако, слабые линии измерить так не удастся, т.к. при узкой щели на фоне слабых линий не видно визирной нити. Положение слабых линий следует определять при более широкой щели, наводя нить на середину линий (естественно, что такие измерения нужно производить более трех раз).

Обычно в водородной трубке одновременно с линиями атомарного водорода совпадают с кантами полос и резко выделяются на их фоне.

Отчет должен содержать:

1. Оптическую схему спектрометра призмой и поворотной призмой.
2. Таблицу измерений углов отклонения линий – реперов ртути, линий водорода и их средние значения.
3. Значения найденных волновых чисел линий водорода и интерполяционные формулы, по которым производились расчеты.
4. Полученные значения постоянной Ридберга и ее значения, вычисленные по универсальным постоянным.

Устройство гониометра

Гониометр состоит из зрительной трубы, коллиматора для создания параллельного пучка лучей, столика для установки исследуемого объекта и отсчетного лимба.

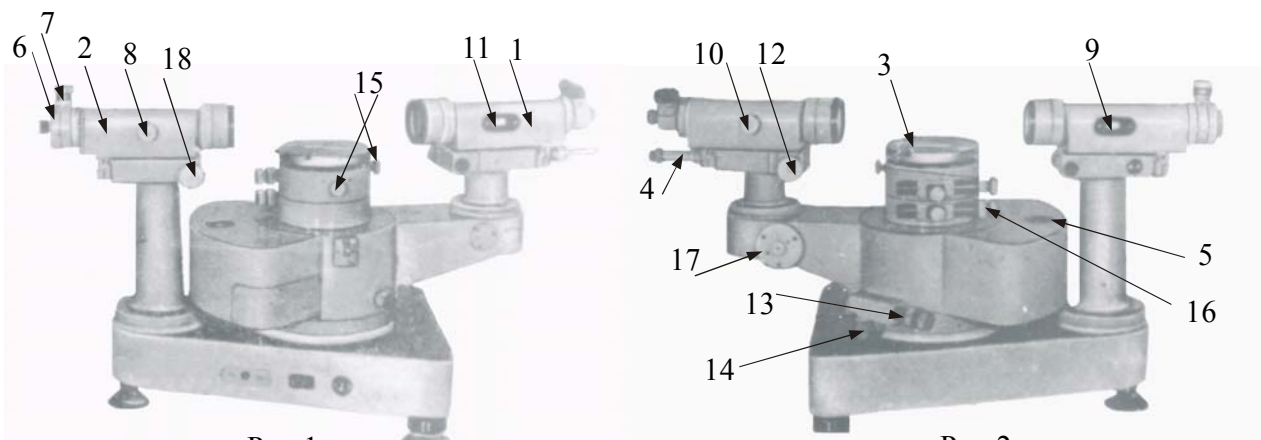


Рис.1

Рис.2

1. зрительная труба,
2. коллиматор,
3. столик,
4. отсчетный микроскоп,
5. алидада,
6. щель коллиматора,
7. барабанчик регулировки ширины щели коллиматора,
8. ручка фокусировки коллиматора,
9. шкала фиксаций положения фокусирующей линзы коллиматора (деления через 1 мм),
10. ручка фокусировки зрительной трубы,
11. шкала фокусировки зрительной трубы,
12. винт юстировки зрительной трубы относительно горизонтальной оси,
13. микрометрический винт точного поворота алидады со зрительной трубой вокруг вертикальной оси (винт 14 должен быть при этом зажат). При отпущенном винте 14 алидаду можно вращать от руки,
14. винт грубого вращения алидады
15. установочные винты столика,
16. винт, фиксирующий положение столика,
17. маховичок отсчетного микроскопа,
18. юстировочный винт коллиматора (НЕ ТРОГАТЬ!!!)

Юстировка гониометра

1. Фокусировка трубы. Труба гониометра фокусируется на бесконечность. Предварительно производится грубая фокусировка винтом (10) по шкале (11) на рис 1, 2. Для фокусировки на бесконечность нужно поставить на столик гониометра плоскопараллельную пластинку. Затем небольшими поворотами и наклонами столика вывести изображение креста в поле зрения трубы. Эта задача осложняется тем, что поле зрения трубы очень мало (0, 50).

Поэтому, сначала подбирают наклон столика грубо, освещая плоскопараллельную пластинку зрительной трубой под небольшим углом и наблюдая отраженный пучок простым глазом. При этом надо наклонами столика стремиться вывести изображение креста в горизонтальную плоскость, проходящую через ось трубы. Эту операцию легче выполнять, когда отражающая поверхность перпендикулярна одной из осей наклона столика.

После того, как изображение креста попало в поле зрения трубы, маховичок (10) поворачивают так, чтобы получить резкое изображение креста.

Окончательная фокусировка производится при отсутствии параллакса: когда изображение креста наводится в плоскости сетки, то при движении глаза вправо и влево или вверх и вниз, не должно наблюдаться их взаимного смещения.

2. Установка трубы. Оптическая ось трубы должна быть установлена строго перпендикулярно оси гониометра (т.е. оси вращения алидады и столика). Эта установка осуществляется с помощью плоскопараллельной стеклянной пластинки, которую ставят на столик гониометра и устанавливают перпендикулярно ей ось трубы (совмещают изображение сетки с сеткой на окуляре (сетка – она же крест, нанесенный на окуляр)).

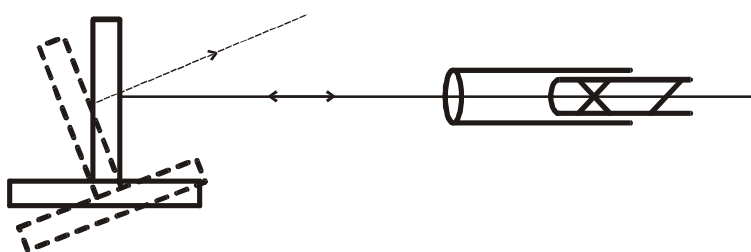


Рис.3

После этого столик поворачивают на 180 град. На рис 3. видно, что после поворота (пунктир) пластина уже не будет перпендикулярно оси трубы и отраженный крестик уже не будет совпадать с центром сетки.

Изменяя наклон трубы маховичком (12) (рис. 2), следует уничтожить половину расхождения между положением креста и сетки. Вторую половину расхождения уничтожают изменяя наклон столика. Затем вновь поворачивают столик на 180 град. и т.д. до тех пор, пока поворот столика не перестанет вызывать расхождения между положениями креста и сетки. Тогда плоскость пластины будет параллельна оси гониометра, а ось трубы перпендикулярна ей.

3. Фокусировка коллиматора. Осветив щель коллиматора, наблюдают ее изображение в сфокусированную на бесконечность трубу. Вращая маховичок (8) (рис. 1) добиваются максимальной резкости ее изображения. Окончательная фокусировка и здесь проверяется по отсутствию параллакса.

4. Установка коллиматора. Оптическая ось коллиматора устанавливается перпендикулярно оси гониометра, Осветив щель коллиматора, устанавливают его таким образом, чтобы изображение щели располагалось симметрично полю зрения правильно

установленной трубы. При высокой щели, изображение которой не помещается в поле зрения трубы, эту установку трудно выполнить с большей точностью. Поэтому щель коллиматора снабжена специальным устройством «ласточкин хвост» для изменения ее высоты.

5. Установка призмы. Призма устанавливается так, чтобы обе ее преломляющие грани были параллельны оси вращения трубы. Для этого наводят трубу с автоколлимационным окуляром поочередно на эти грани и, действуя установочными винтами столика, устанавливают каждую из них перпендикулярно оптической оси трубы.

Призму нужно расположить на столике гониометра разумно, так, чтобы вращением каждого из установочных винтов изменялся наклон только одной из преломляющих граней. Как располагаются эти оси относительно установочных винтов, зависит от конструкции столика.



Рис.4

6. Установка решетки. Дифракционная решетка ставится так, чтобы как ее плоскость, так и штрихи были параллельны оси гониометра. Плоскость решетки устанавливается с помощью трубы при автоколлимационном ходе лучей. Для проверки правильности установки штрихов наблюдают дифракционные спектры, все спектральные линии – изображения щели должны располагаться на одной и той же высоте. Для того чтобы, исправляя наклон штрихов решетки, не сбить установку ее плоскости, следует поставить решетку перпендикулярно одной из осей, вокруг которых поворачивается столик при наклоне.

Очень удобно делать эту установку, если посередине щели наклеена нить, тогда каждая спектральная линия будет пересечена нитью – все эти нити должны быть параллельны горизонтальной нити окуляра. Если нити на щели нет, то можно пользоваться какой-нибудь пылинкой на щели.

7. Выбор ширины щели. Ширину щели коллиматора следует подбирать так, чтобы линии в спектре были, возможно, более узкими, но не теряли яркости. При постоянном сужении щели, линии вначале сужаются, но не меняют яркости, начиная с некоторого предела, ширина линий перестает уменьшаться, зато яркость быстро падает. На этом пределе (так называемая «нормальная ширина щели») и следует остановиться. Установив гониометр,

следует показать качество его юстировки преподавателю и только после этого приступить к измерениям.

Отсчет по микроскопу

Поле зрения отсчетного микроскопа изображено на рис. 5. В левом окошке видны прямое и обратное изображения диаметрально-противоположных участков лимба и вертикальный индекс. В правом окошке - деления шкалы оптического микрометра и горизонтальный индекс.

Чтобы произвести отсчет, сначала надо повернуть маховичок (17) оптического микрометра так, чтобы верхние и нижние штрихи лимба совместились (см. рис. 5).

Число градусов будет равно верхней ближайшей к вертикальному индексу левой цифре. Число десятков минут равно числу интервалов, заключенных между верхним двойным штрихом, соответствующим отсчитанному числу градусов, и нижним, отличающимся от верхнего на 180 град.

Число единиц минут отсчитывается по шкале микрометра в правом окошке по левому ряду цифр.

Число десятков секунд отсчитывается в правом окошке по правому ряду цифр.

Число единиц секунд равно числу делений между штрихами, соответствующими отсчету десятков секунд, и неподвижным горизонтальным индексом.

Положение, изображенное на рис. 5, соответствует $0^{\circ}15'57''$.

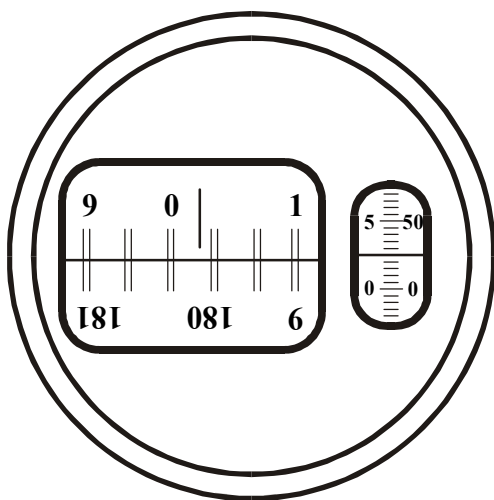
















Рис.5

Спектр Hg

Hg	cm^{-1}	\AA	
	14116.4	(7084)	
	14473.0	(6909)	
	14884.8	(6718)	
	16035.8	(6236)	
	16326.1	(61,125)	
	17264.5	(5792)	
	17327.5	(5771)	
	18307.5	(5461)	
	20169.0	(4958)	
	20335.9	(4917)	
	22938.1	(4360)	
	22995.1	(4349)	
	23039.1	(4340)	
	24335.4	(4109)	
	24515.9	(4079)	
	24705.4	(4048)	

Hg		Спектры Hg и H		
См ⁻¹	Å			
14116.4 (7084)				
14473.0 (6909)		=====		
14884.8 (6718)		=====		
			=====	H _α
16035.8 (6236)		=====	=====	O
16326.1(61,125		=====		
17264.5(5792)		=====		
17327.5(5771)		=====		
18307.5(5461)		=====		
			=====	O
20169.0(4958)		=====		
20335.9(4917)		=====		
			=====	H _β
22938.1(4360)			=====	O
22995.1(4349)		=====		
23039.1(4340)		=====		
			=====	H _γ
24335.4(4109)		=====	=====	H _δ
24515.9 (4079)		=====		
24705.4 (4048)		=====		